

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

HC2  
JC985 U.S. PRO  
09/27/01  
09/27/01  
Barcode

In re application of: **Tomoyuki AKIYAMA**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **September 27, 2001**

For: **OPTICAL TIME-DIVISION MULTIPLEX SIGNAL PROCESSING APPARATUS AND METHOD, OPTICAL TIME-DIVISION MULTIPLEX SIGNAL RECEIVER**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

September 27, 2001

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2000-371918, filed December 6, 2000**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,  
ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI  
McLELAND & NAUGHTON, LLP



Atty. Docket No.: 011272  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
Tel: (202) 659-2930  
Fax: (202) 887-0357  
DWH/l1

Donald W. Hanson  
Reg. No. 27,133

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JJC985 U.S. 09/963709 PRO  
09/27/01

This is to certify that the annexed is a true copy  
of the following application as filed with this office.

Date of Application: December 6, 2000

Application Number: Japanese Patent Application  
No. 2000-371918

Applicant(s) FUJITSU LIMITED

August 17, 2001

Commissioner,  
Patent Office

Kouzo Oikawa (Seal)

Certificate No.2001-3073989

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC995 U.S. 09/963709 PRO  
09/963709

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年12月 6日

出願番号  
Application Number:

特願2000-371918

出願人  
Applicant(s):

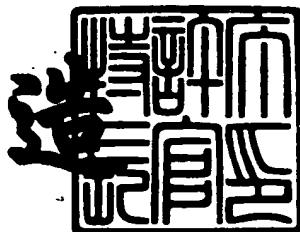
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕



【書類名】 特許願

【整理番号】 0041151

【提出日】 平成12年12月 6日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H04J 3/04

【発明の名称】 光時分割多重化信号処理装置および処理方法、光時分割多重化信号受信装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通  
株式会社内

【氏名】 秋山 知之

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン  
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成12年度新  
エネルギー・産業技術総合開発機構「フェムト秒テクノ  
ロジーの研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法  
第30条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704678

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光時分割多重化信号処理装置および処理方法、光時分割多重化信号受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、これらに光分散を与える光分散部と、

前記光分散部に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する光検出器と、

前記光検出器の出力端子に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタとを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号処理装置。

【請求項2】 前記光分散部は、前記光時分割多重化信号を供給される第1の入射端と光クロック信号を供給される第2の入射端とを備え前記光時分割多重化信号と光クロック信号とを光学的に結合する光結合器と、前記光結合器の出射端に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と光クロック信号とに光分散を与える分散媒質とよりなることを特徴とする請求項1記載の光時分割多重化信号処理装置。

【請求項3】 前記光分散部は、前記光時分割多重化信号を供給される第1の分散媒質と、前記光クロック信号を供給される第2の分散媒質と、前記第1の分散媒質を通過した前記光時分割多重化信号と前記第2の分散媒質を通過した前記光クロック信号とを合波する光結合器とよりなることを特徴とする請求項1記載の光時分割多重化信号処理装置。

【請求項4】 光時分割多重化信号と光クロック信号とに、それぞれチャーブを与える工程と、

前記チャーブを与えられた光時分割多重化信号と光クロック信号との間のビット成分を検出する工程とよりなることを特徴とする、光時分割多重化信号の処理方法。

【請求項5】 光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、これらに光分散を与える光分散部と、

前記光分散部に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する光検出器と、

前記光検出器の出力端に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタと、

前記フィルタの出力信号を供給される包絡線検波器とを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【請求項6】 光時分割多重化信号を供給され、これに光分散を与える第1の光分散部と、

光クロック信号を供給され、これに光分散を与える第2の光分散部と、

各々前記第1および第2の光分散部に光学的に結合され、前記時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する複数の光検出器と、

前記複数の光検出器の出力信号をそれぞれ供給される複数の帯域通過フィルタと、

前記複数の帯域通過フィルタの出力信号をそれぞれ供給される複数の包絡線検波器となりなり、

前記複数の帯域通過フィルタは、互いに異なった通過帯域を有することを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【請求項7】 光時分割多重化信号を供給され、これに光分散を与える第1の光分散部と、

光クロック信号を供給され、これに光分散を与える第2の光分散部と、

各々前記光分散部に光学的に結合され、前記光分散を与えられた前記光クロック信号をそれぞれの遅延時間で遅延させる複数の光遅延素子と、

各々前記第1の光分散部と前記複数の光遅延素子の一つとに光学的に結合され、前記時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する複数の光検出器と、

前記複数の光検出器の出力信号をそれぞれ供給される複数の帯域通過フィルタと、

前記複数の帯域通過フィルタの出力信号をそれぞれ供給される複数の包絡線検波器となりなることを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に光信号処理装置に係り、特に光時分割多重化信号処理装置に関する。

【0002】

光時分割多重化技術は、波長多重化技術と並んで今日の超高速光通信系において必須の技術である。光時分割多重化技術においては各チャネルの信号成分が異なったタイミングでサンプリングされ、重ね合わされて多重化光信号が形成される。その結果、単一の光ファイバを介して複数チャネルの光信号を伝送することが可能になる。

【0003】

【従来の技術】

光時分割多重化技術では、入来する光時分割多重化信号の速度が一般にフォトダイオード等の高速光検出器の応答速度よりもはるかに高速であるため、受信装置においては入來した光時分割多重化信号を電気光学変調器により各チャネルの光信号成分にいったん分離し、これをフォトダイオードにより検出することが行われている。

【0004】

図1は、従来の光時分割多重化信号受信装置10の一例を示す。

【0005】

図1を参照するに、光ファイバ11中を伝送される光時分割多重信号OTDMは電気光学変調器12に供給されるが、前記電気光学変調器12はクロック信号源13から指定のチャネルに対応したクロック電圧信号を供給され、透過率を前記クロック電圧信号に応じて変化させる。その結果、前記電気光学変調器12では前記入來光時分割多重信号に対して、前記クロック電圧信号に対応したタイミングで光学的なサンプリングがなされ、所望のチャネルの光信号成分が抽出される。このようにして抽出された光信号成分は光ファイバあるいは光導波路を介してフォトダイオード14に供給され、電気信号に変換される。

【0006】

図2は、別の従来の光時分割多重化信号受信装置20の構成を示す。

【0007】

図2を参照するに、光ファイバ21中を伝送される光時分割多重化信号OTD Mは、光導波路22を介して光クロック信号を供給される全光ゲート23に供給され、全光ゲート23は前記光クロック信号に応じて透過率を変化させる。その結果、前記全光ゲート23の出射側に形成された光導波路24には、前記光クロック信号に対応したチャネルの光信号成分が抽出・出力され、フォトダイオード25により検出される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図1の構成では、電気光学変調器12の応答速度はフォトダイオードの応答速度よりは速いものの、限界があり、光時分割多重化信号の伝送速度がさらに向上した場合には、もはや有効でなくなる。

【0009】

一方図2の構成では、全光ゲート23は高速光時分割多重化信号に応答可能な速度を有するが、かかる全光ゲート23は光クロック信号による光吸収飽和をその動作原理としているため、オンオフ駆動するのに強力な光クロック信号を必要とし、構成が大掛かりになってしまふ問題点を有する。

【0010】

そこで本発明は上記の課題を解決した、新規で有用な光時分割多重化信号処理装置を提供することを概括的課題とする。

【0011】

本発明のより具体的な課題は、簡単な構成で高速光時分割多重化信号から各チャネルの光信号成分を抽出できる光時分割多重化信号処理装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を、光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、

これらに光分散を与える光分散部と、前記光分散部に光学的に結合され前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する光検出器と、前記光検出器の出力端に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタとを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号処理装置により、解決する。

## 【0013】

本発明によれば、前記光時分割多重化信号と光クロック信号とは前記光分散部によりチャープを与えられ、その結果、それぞれのスペクトルは時間と共に波長が変化するように変化する。その際、各々の光信号は入来時には非常に短い光インパルスであっても、チャープの結果、より長い時間持続する波形を有する光信号に変化する。本発明ではかかるチャープを与えられた光信号が重畠される結果、前記光時分割多重信号と光クロック信号との間には干渉により、前記光時分割多重信号と光クロック信号との間のタイミング差に対応した周波数のビートが発生する。そこで、かかるビートを光検出器により検出し、所望の周波数帯域をフィルタにより切り出すことにより、前記光時分割多重化信号から所望のチャネルの信号成分を抽出することが可能になる。

## 【0014】

すなわち本発明により、非常に簡単な構成により高速光時分割多重化信号を各チャネルに分離する信号処理装置、および受信装置が可能になる。

## 【0015】

## 【発明の実施の形態】

## [第1実施例]

図3は本発明の第1実施例による光時分割多重化信号の受信装置30の構成を、図4は前記受信装置30の動作原理を説明する図である。

## 【0016】

図3を参照するに、前記受信装置30では入来光時分割多重化信号OTDMを導波する光ファイバ31と光クロック信号CLKを導波する光ファイバ32とが光結合器33において光学的に結合される構成を有し、前記光結合器33においては前記時分割多重化信号OTDMと光クロック信号CLKとが合波される。か

かる合波の結果形成された光信号は、光ファイバループなどよりなる分散媒質34中に出射される。光時分割多重化信号OTDMおよび光クロック信号CLKは、図3中(a), (b)に示すように光パルス列よりなるが、以下図4で詳細に説明するように、前記分散媒質中34中において前記光時分割多重化信号OTDMおよび光クロック信号CLKを構成する光パルスは各々がチャープを受ける。

## 【0017】

このようにしてチャープを受けた光時分割多重化信号OTDMおよび光クロック信号CLKはフォトダイオード35において電気信号に変換され、さらにフィルタを含む復調回路36により、図3中、(c)に示すように所望のチャネルの信号成分が前記フォトダイオード35の出力電気信号から抽出される。

## 【0018】

図4を参照するに、前記光ファイバ31中を伝送される光時分割多重化信号OTDMでは、図4中(b)に示すようにチャネル1～4の光信号パルスが順次繰り返されており、各々の光信号パルスは、インパルスに特有の広がった周波数スペクトルを有するのがわかる。前記光ファイバ32中の光クロック信号CLKも、図4中(a)に示すように同様な広がった周波数スペクトルを有し、前記光結合器33において前記光時分割多重化信号OTDMと光クロック信号CLKとが合波される結果、前記光結合器33から前記分散媒質34に入射する光信号は、図4中(c)に示すように、前記光時分割多重化信号OTDMと前記光クロック信号CLKとを重畠したスペクトルを有する。図示の例では、前記光クロック信号CLKのタイミングは、チャネル1の光信号パルスのタイミングよりもやや遅れている。

## 【0019】

このようにして前記分散媒質34に入射した光信号は、先に説明したように前記分散媒質34中における分散の結果チャープを生じ、前記光信号中のそれぞれの光パルスでは、当初のスペクトルが、図4中(d)に示すように周波数が時間と共に低周波から高周波へと変化するチャープを含む特徴的なスペクトルへと変化する。このようなチャープを含む光信号では、任意の時間においてチャネル1～4の光信号パルスと光クロック信号パルスCLKとが同時に存在することにな

り、従ってこれらの信号の相互干渉によりビートが生じる。

#### 【0020】

例えば、前記チャネル1の光パルススペクトルと光クロックの光パルススペクトルとの間には、前記光時分割多重化信号OTDMと光クロック信号CLKとが同一の分散媒質34中において同一のチャープを受けることに起因して、図4中に示すように一定の周波数差 $\Delta f$ が存在し、その結果前記分散媒質34を出射する光信号中には、図4中(e)に示すようにビート周波数 $\Delta f$ のビート信号が含まれるようになる。前記ビート周波数 $\Delta f$ のビート信号は、前記チャネル1の光信号成分と光クロック信号との干渉により生じたものであり、従って前記チャネル1の情報を保持している。

#### 【0021】

そこで、前記分散媒質34の出射光信号をフォトダイオード35により検出することにより、図4中(e)に示すように前記ビート周波数 $\Delta f$ のビート信号を電気信号として検出することが可能になる。さらに前記フォトダイオード35の出力端子には、チャネル2～4の光信号成分と前記光信号成分CLKとの干渉によるビート信号や、前記チャネル1～4の光信号成分同士の干渉によるビート信号に対応する信号成分が含まれる。これらの追加のビート信号成分は、前記ビート周波数 $\Delta f$ よりも高いビート周波数を有する。

#### 【0022】

そこで、前記フォトダイオード35の出力信号を適当なフィルタ回路を通し、前記ビート周波数 $\Delta f$ のビート信号を抽出することにより、チャネル1を介して伝送された情報を再生することが可能になる。その際、前記フォトダイオード35は、高速光時分割多重化信号OTDM自体ではなく、前記周波数 $\Delta f$ のビート信号を検出すればよいため、信号検出に十分な応答特性を有している。

#### 【0023】

図5(A)は、図3の光時分割多重信号処理装置30の可能性を検証するため構築された光信号処理装置の構成を示す。従って図5(A)中、先に図3で説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

#### 【0024】

図5 (A) を参照するに、前記光ファイバ3 2の入射端には光パルス発振器3 1 Aが設けられ、前記光パルス発振器3 1 Aはパルス幅が約300 fsの光パルスを80 MHzの繰り返し周波数で前記光ファイバ3 2中に注入する。

#### 【0025】

前記光ファイバ3 2中には前記光結合器3 3との間に光遅延素子3 1 Bと偏波コントローラ3 1 Cとが設けられ、先に前記光パルス発振器3 1 Aから注入された光パルスは、前記光遅延素子3 1 Bにより遅延時間を与えられ、さらに前記偏波コントローラ3 1 Cにより偏波面が制御された後、前記光結合器3 3において分散媒質として使われるシングルモードファイバープ3 4中に注入される。前記偏波コントローラ3 1 Cは、図5 (B) に示すように $1/4$ 波長板3 1 C<sub>1</sub>と $1/2$ 波長板3 1 C<sub>2</sub>とを光軸上に配置した構成を有し、入射光が入射した場合に光軸回りで回転させることによりその偏波面を制御することができる。図5 (A) の構成では、前記シングルモードファイバープ3 4として、長さが1 kmの通常のシングルモードファイバを使っている。かかるシングルモード光ファイバは、例えば1.3 μmの波長帯域において分散がゼロ、1.55 μmの波長帯域において最大で10 ps/kmの分散を有するものであってもよい。

#### 【0026】

一方、前記光パルス発振器3 1 Aの出力光パルスは前記光遅延素子3 1 Bと光パルス発振器3 1 Aとの間に設けられた結合器3 1 Dにより分岐され、ハーフミラーとプリズムを組み合わせた光多重反射素子3 1 Eにより、間隔が約2.5 psの光パルス列に変換される。図5の構成では、このようにして形成された光パルス列は前記光ファイバ3 1の端部に、前記光時分割多重化信号OTDMの代わりに光多重化信号として注入される。

#### 【0027】

図17は、前記光遅延素子3 1 Bの具体的な構成例を示す。

#### 【0028】

図17を参照するに、前記光遅延素子3 1 Bは前記光結合器3 1 Dより延在する入力側光ファイバ3 1 dに結合されたレンズ3 1 B<sub>1</sub>と前記偏波コントローラ3 1 Cへと延在する出力側光ファイバ3 1 cに結合されたレンズ3 1 B<sub>2</sub>とを含

み、前記レンズ31B<sub>1</sub>と31B<sub>2</sub>との間には、直角プリズム31B<sub>3</sub>と31B<sub>4</sub>とが、前記プリズム31B<sub>3</sub>と31B<sub>4</sub>との間の距離が可変となるように配設されている。前記光ファイバ31dを介して入射した光ビームは前記直角プリズム31B<sub>3</sub>の一のミラー面で前記直角プリズム31B<sub>4</sub>へと反射され、一方前記直角プリズム31B<sub>4</sub>では前記直角プリズム31B<sub>3</sub>から入射した光ビームを互いに直角な二つのミラー面で順次反射して前記直角プリズム31B<sub>3</sub>に戻す。前記直角プリズム31B<sub>3</sub>に戻った光は前記一のミラー面に対して直角な別のミラー面で反射され、前記レンズ31B<sub>2</sub>により前記出力側光ファイバ31c中に注入される。かかる構成の光遅延素子31Bでは、前記プリズム31B<sub>3</sub>と31B<sub>4</sub>との間の間隔を変化させることで、所望の光遅延を実現することができる。

## 【0029】

図6は、前記光パルス発振器31Aで形成されたパルス半値幅が300 fsの光パルスを前記光ファイバ34中を通した場合に得られる波形を示す。

## 【0030】

図6を参照するに、光パルスはパルス半値幅が270 ps程度まで広がっており、前記光ファイバ34中において実質的な分散が生じていることを示している。

## 【0031】

図7は、前記フォトダイオード35の出力電気信号をスペクトルアナライザで分析した結果を示す。

## 【0032】

図7を参照するに、前記フォトダイオード35の出力電気信号中には前記光ファイバ34中を伝播した各々の光パルスに対応して、0 GHz近傍にスペクトルのピークが存在するのがわかる。図7では、さらに9 GHz近傍にも別のスペクトルピークが存在するのが見られるが、この別のスペクトルピークが、先に図4で説明した、前記光ファイバ31に注入された信号光パルスと光ファイバ32に注入された光クロックパルスとの間に形成される、ビート周波数 $\Delta f$ のビート信号に対応する。

## 【0033】

そこで図5 (A) の構成において、前記光学遅延素子31Bによる遅延時間を増加させると、前記ビート周波数 $\Delta f$ は増大し、図7において前記ビート信号は高周波側にシフトする。一方前記遅延時間を減少させると前記ビート周波数 $\Delta f$ は減少し、前記ビート信号は低周波側にシフトする。当然のことながら、前記遅延時間をゼロとした場合には、図7において前記ビート信号のスペクトルピークは光パルス自体のスペクトルピークと重なる。

## 【0034】

さらに図8は、図5 (A) の構成において前記光学遅延素子31Bの遅延時間を変化させた場合の前記フォトダイオード35の出力電気信号を、7GHzのビート周波数成分について取り出し観測した結果を示す。

## 【0035】

図8を参照するに、遅延時間3ps近傍の最初のピーク対は、前記光ファイバ31からの前記OTDM信号のうち最初の光パルスと、光ファイバ32からの光クロックパルスとの間のビートに対応しており、前記光クロックパルスのタイミングが前記OTDM信号パルスのタイミングよりも前にある場合と後にある場合とに対応して前記ピーク対を構成する二つのピークが、前記フォトダイオード35の出力電気信号中に現れる。続くピーク対は、二番目のOTDM信号パルスと前記光クロックパルスとの間のビートに対応し、以下同様である。

## 【0036】

このように、図3の構成により、入来する光時分割多重化信号OTDMと光クロック信号との間においてビート信号を形成し、これを検出することが可能であることが立証された。

## 【0037】

図9は、前記フォトダイオード35の出力電圧信号を、図10に示す復調回路36においてフィルタ36Aによりフィルタして取り出したチャネル1の信号成分の波形を示す。かかる出力電圧信号を包絡線検波器36Bにより検波することにより、前記チャネル1の情報を再生することができる。

## 【0038】

図11は図3の受信装置30の一変形例を示す。

## 【0039】

図11の構成では、無偏波化装置32Aが設けられ、前記光ファイバ32中に注入された光クロック信号CLKを無偏波化する。また前記無偏波化装置32Aは前記光結合器33の出射端に設けてもよい。

## [第2実施例]

図12は本発明の第2実施例による光時分割多重化信号の受信装置40の構成を示す。ただし図12中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

## 【0040】

図12を参照するに、本実施例の受信装置40では光時分割多重化信号OTDMがシングルモードファイバ等よりなる第1の分散媒質34Aに入来し、さらに光クロック信号CLKが同じくシングルモードファイバ等よりなる第2の分散媒質34Bに入来する。光ファイバ34Aと34Bとは光結合器33において光学的に結合され、前記光結合器33において合波された前記光時分割多重化信号OTDMと光クロック信号CLKとはフォトダイオード35に供給され、光電変換される。

## 【0041】

さらに前記フォトダイオード35の出力電気信号は図10に示した復調回路36により処理され、所望のチャネルの情報が電気信号の形で再生される。

## 【0042】

このように本実施例では光時分割多重化信号OTDMと光クロック信号CLKとが別々の分散媒質34A、34Bにおいて分散を受けチャープを生じるが、分散媒質34A、34Bとして、実質的に同一の分散特性を有する媒質を使うことにより、先の図3の受信装置40と同等の動作を実現することができる。

## [第3実施例]

図13は本発明の第3実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置50の構成を示す。ただし図13中、先に説明した部分には同一の参照符号を付

し、説明を省略する。

【0043】

図13を参照するに、前記分散媒質34Aの出射端側には光結合器34aが設けられ、前記分散媒質34Aを通った光時分割多重化信号OTDMは複数の光導波路34<sub>1</sub>～34<sub>n</sub>に分岐され、それぞれの光導波路34<sub>1</sub>～34<sub>n</sub>は対応する光結合器33<sub>1</sub>～33<sub>n</sub>へと延在する。

【0044】

前記光結合器33<sub>1</sub>～33<sub>n</sub>にはさらに前記分散媒質34Bが光学的に結合され、従って各々の光結合器33<sub>1</sub>～33<sub>n</sub>においてはチャープを受けた光時分割多重化信号OTDMと、同じくチャープを受けた光クロック信号CLKとが合波される。

【0045】

このようにして合波された光信号は、前記光結合器33<sub>1</sub>～33<sub>n</sub>から対応するフォトダイオード35<sub>1</sub>～35<sub>n</sub>へと伝送され、電気信号に変換される。

【0046】

前記フォトダイオード35<sub>1</sub>～35<sub>n</sub>の出力電気信号はそれぞれの復調回路36<sub>1</sub>～36<sub>n</sub>により処理される。すなわち、前記復調回路36<sub>1</sub>～36<sub>n</sub>においてはそれぞれ所望チャネルCh<sub>1</sub>～Ch<sub>n</sub>に対応したビート信号成分がフィルタリングにより抽出され、包絡線検波される。

【0047】

図14は、図13の構成において各チャネルの信号を分離するために前記復調回路36<sub>1</sub>～36<sub>n</sub>で使われるフィルタの特性を示す。

【0048】

図14よりわかるように、前記復調回路36<sub>1</sub>～36<sub>n</sub>において異なった通過帯域を有するフィルタを設けることにより、先に図4(e)で説明した光クロック信号CLKと任意のチャネルCh<sub>1</sub>～Ch<sub>n</sub>の光信号成分との間のビート信号を取り出すことが可能になる。

[第4実施例]

図15は本発明の第4実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置60の構成を示す。ただし図15中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

## 【0049】

図15を参照するに、前記受信装置60では前記分散媒体34Bと光結合器33<sub>1</sub>との間、分散媒体34Bと光結合器33<sub>2</sub>との間、…分散媒体34Bと光結合器33<sub>n</sub>との間に光遅延素子34b<sub>1</sub>、34b<sub>2</sub>、…34b<sub>n</sub>がそれぞれ挿入され、前記光遅延素子34b<sub>1</sub>は前記光時分割多重化信号OTDM中のチャネル1の光信号成分が前記光クロック信号CLKとの間に周波数が例えば7GHz帯域のビート信号を生じるように設定された遅延時間τ<sub>1</sub>を有する。同様に前記光遅延素子34b<sub>2</sub>は前記光時分割多重化信号OTDM中のチャネル2の光信号成分が前記光クロック信号CLKとの間に周波数が同じく7GHz帯域のビート信号を生じるように設定された遅延時間τ<sub>2</sub>を有し、光遅延素子34b<sub>n</sub>も、前記光時分割多重化信号OTDM中のチャネルnの光信号成分が前記光クロック信号CLKとの間に7GHz帯域のビート信号を生じるように設定された遅延時間τ<sub>n</sub>を有する。

## 【0050】

かかる構成の受信機60では、前記フォトダイオード35<sub>1</sub>～35<sub>n</sub>の出力電気信号を協働する復調回路36<sub>1</sub>～36<sub>n</sub>において、図16に示すようにビート周波数に対応した実質的に同一の通過帯域でフィルタすることにより、前記光時分割多重化信号OTDM中の各チャネルの光信号を再生することが可能になる。

## 【0051】

図15の構成では、前記復調回路36<sub>1</sub>～36<sub>n</sub>がいずれも同一の周波数帯域、例えば7GHz帯域の信号を処理するため、図13の構成に比べてフォトダイオード35<sub>1</sub>～35<sub>n</sub>に対する応答特性の要求が緩和される。

## 【0052】

以上の各実施例において、前記分散媒質34あるいは34A、34Bはシングルモード光ファイバーブに限定されるものではなく、プリズムや回折格子等を使うことも可能である。

【0053】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において様々な変形・変更が可能である。

(付記)

(付記1) 光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、これらに光分散を与える光分散部と、

前記光分散部に光学的に結合され、前記光分散部中において前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する光検出器と、

前記光検出器の出力端に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタとを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号処理装置。

【0054】

(付記2) 前記光分散部は、前記光時分割多重化信号を供給される第1の入射端と光クロック信号を供給される第2の入射端とを備え前記光時分割多重化信号と光クロック信号とを光学的に結合する光結合器と、前記光結合器の出射端に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と光クロック信号とに光分散を与える分散媒質とよりなることを特徴とする付記1記載の光時分割多重化信号処理装置。

【0055】

(付記3) 前記分散媒質はシングルモード光ファイバ、あるいは回折格子、あるいはプリズムよりなることを特徴とする付記2記載の光時分割多重化信号処理装置。

【0056】

(付記4) 前記光結合器は、前記第2の入射端に無偏波化素子を含むことを特徴とする付記2記載の光時分割多重化信号処理装置。

【0057】

(付記5) 前記光分散部は、前記光時分割多重化信号を供給される第1の分散媒質と、前記光クロック信号を供給される第2の分散媒質と、前記第1の分散

媒質を通過した前記光時分割多重化信号と前記第2の分散媒質を通過した前記光クロック信号とを合波する光結合器によりなることを特徴とする付記1記載の光時分割多重化信号処理装置。

【0058】

(付記6) 光時分割多重化信号と光クロック信号とに、それぞれチャーブを与える工程と、

前記チャーブを与えられた光時分割多重化信号と光クロック信号との間のビット成分を検出する工程によりなることを特徴とする、光時分割多重化信号の処理方法。

【0059】

(付記7) 光時分割多重化信号と光クロック信号とを供給され、これらに光分散を与える光分散部と、

前記光分散部に光学的に結合され、前記光時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する光検出器と、

前記光検出器の出力端に接続され、前記光検出器の出力電気信号から所望の周波数帯域の電気信号を抽出するフィルタと、

前記フィルタの出力信号を供給される包絡線検波器とを備えたことを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

【0060】

(付記8) 光時分割多重化信号を供給され、これに光分散を与える第1の光分散部と、

光クロック信号を供給され、これに光分散を与える第2の光分散部と、

各々前記第1および第2の光分散部に光学的に結合され、前記時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する複数の光検出器と、

前記複数の光検出器の出力信号をそれぞれ供給される複数の帯域通過フィルタと、

前記複数の帯域通過フィルタの出力信号をそれぞれ供給される複数の包絡線検波器となり、

前記複数の帯域通過フィルタは、互いに異なった通過帯域を有することを特徴

とする光時分割多重化信号受信装置。

## 【0061】

(付記9) 前記複数の帯域通過フィルタの各々は、前記時分割多重化光信号中に含まれる光信号成分と前記光クロック信号との間のビート成分の周波数に同調した通過帯域を有することを特徴とする付記8記載の光時分割多重化信号受信装置。

## 【0062】

(付記10) 光時分割多重化信号を供給され、これに光分散を与える第1の光分散部と、

光クロック信号を供給され、これに光分散を与える第2の光分散部と、

各々前記光分散部に光学的に結合され、前記光分散を与えられた前記光クロック信号をそれぞれの遅延時間で遅延させる複数の光遅延素子と、

各々前記第1の光分散部と前記複数の光遅延素子の一つとに光学的に結合され、前記時分割多重化信号と前記光クロック信号とを重畠して受光する複数の光検出器と、

前記複数の光検出器の出力信号をそれぞれ供給される複数の帯域通過フィルタと、

前記複数の帯域通過フィルタの出力信号をそれぞれ供給される複数の包絡線検波器とよりなることを特徴とする光時分割多重化信号受信装置。

## 【0063】

(付記11) 前記複数の光遅延素子は、実質的に同一の通過帯域を有することを特徴とする付記10記載の光時分割多重化信号受信装置。

## 【0064】

(付記12) 前記複数の光遅延素子は、前記光時分割多重化信号中の各チャネルに対応して設けられ、各々の光遅延素子は、対応するチャネルの光信号と前記光クロック信号との間に、前記通過帯域に対応する周波数のビート信号が形成されるように設定された遅延時間を有することを特徴とする付記11記載の光時分割多重化信号受信装置。

## 【0065】

【発明の効果】

本発明によれば、チャーブを与えた光時分割多重化信号と光クロック信号とを重畠することにより前記光時分割多重信号と光クロック信号との間のタイミング差に対応した周波数のビート信号を形成し、かかるビート信号を光検出器により検出し、さらに所望の周波数帯域をフィルタにより切り出すことにより、前記光時分割多重化信号から所望のチャネルの信号成分を抽出することが可能になる。すなわち本発明により、非常に簡単な構成により高速光時分割多重化信号を各チャネルに分離する信号処理装置、および受信装置が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来の光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図2】

従来の別の光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図3】

本発明の第1実施例による光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である

【図4】

図3の光時分割多重化信号受信装置の動作原理を説明する図である。

【図5】

(A), (B)は、図3の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明する図である。

【図6】

図3の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明する別の図である。

【図7】

図3の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明するさらに別の図である。

【図8】

図3の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明するさらに別の図である。

【図9】

図3の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明するさらに別の図である。

【図10】

図3の光時分割多重化信号受信装置で使われる復調回路の構成を示す図である

【図11】

図3の光時分割多重化信号受信装置の一変形例を示す図である。

【図12】

本発明の第2実施例による光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である

【図13】

本発明の第3実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図14】

図13の受信装置中の復調回路で使われる帯域通過特性を示す図である。

【図15】

本発明の第4実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図である。

【図16】

図15の受信装置中の復調回路で使われる帯域通過特性を示す図である。

【図17】

本発明で使われる光遅延素子の構成を示す図である。

【符号の説明】

10, 20 時分割多重化光信号受信装置

11, 21, 22, 24, 31, 31c, 31d, 32 光ファイバ

12 電気光学変調器

13 クロック信号源

23 全光ゲート

25, 35, 35<sub>1</sub>~35<sub>n</sub> フォトダイオード

31A 光パルス発振器

31B, 34b<sub>1</sub>~34b<sub>n</sub> 光遅延素子

31B<sub>1</sub>, 31B<sub>2</sub> レンズ

31B<sub>3</sub>, 31B<sub>4</sub> プリズム

31C 偏波コントローラ

31C<sub>1</sub>, 31C<sub>2</sub> 位相補償板

31D, 33, 33<sub>1</sub>~33<sub>n</sub>, 34a 光結合器

31E 光多重反射素子

32A 偏波無依存化素子

34, 34A, 34B 分散媒質

36, 36<sub>1</sub>~36<sub>n</sub> 復調器

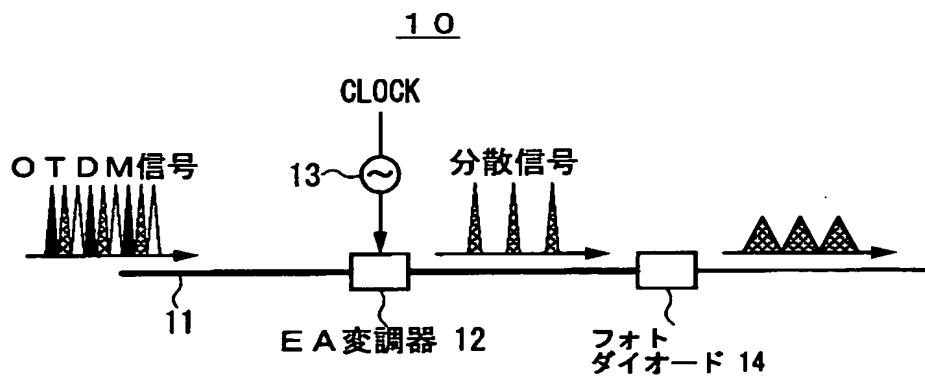
36A 帯域フィルタ

36B 包絡線検波器

【書類名】 図面

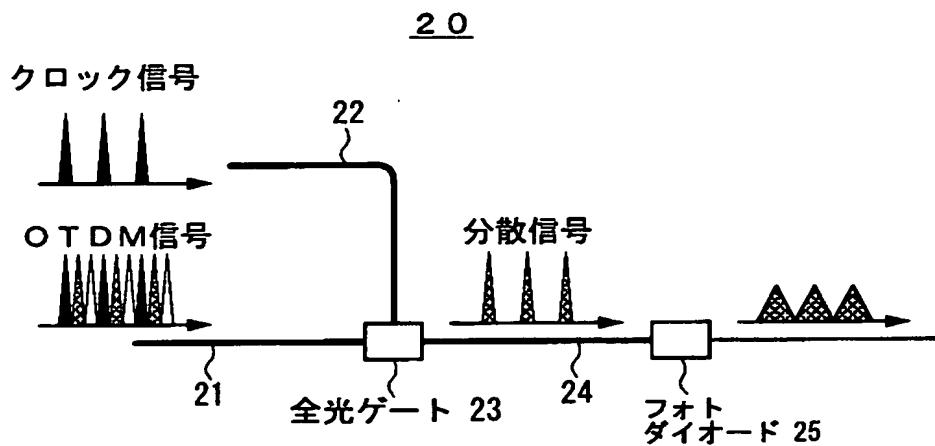
【図1】

従来の光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図



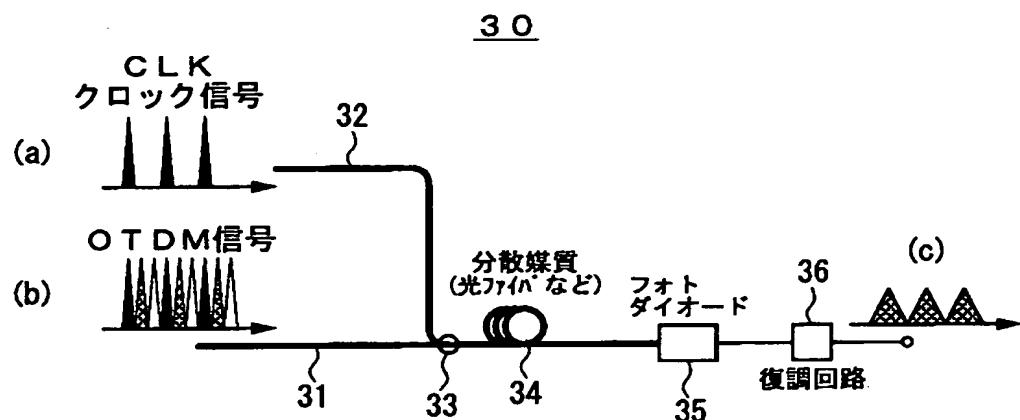
【図2】

従来の別の光時分割多重化信号の構成を示す図



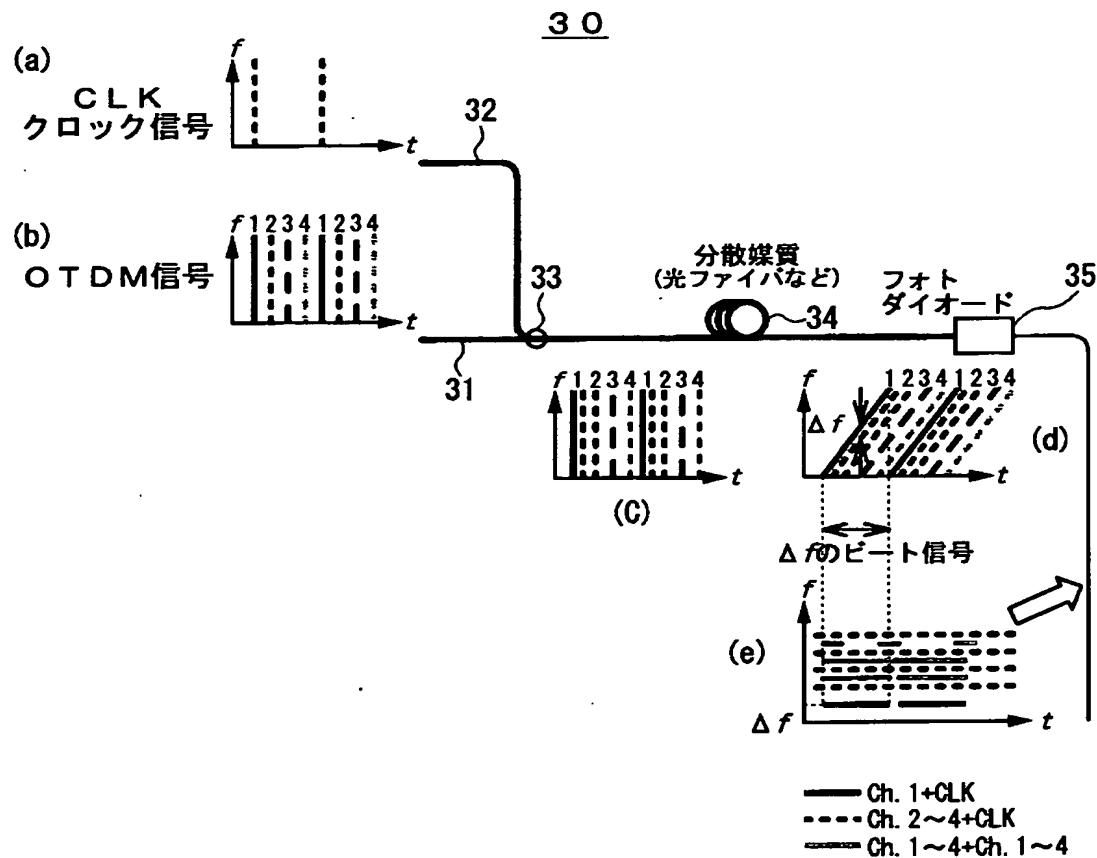
【図3】

## 本発明の第1実施例による光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図



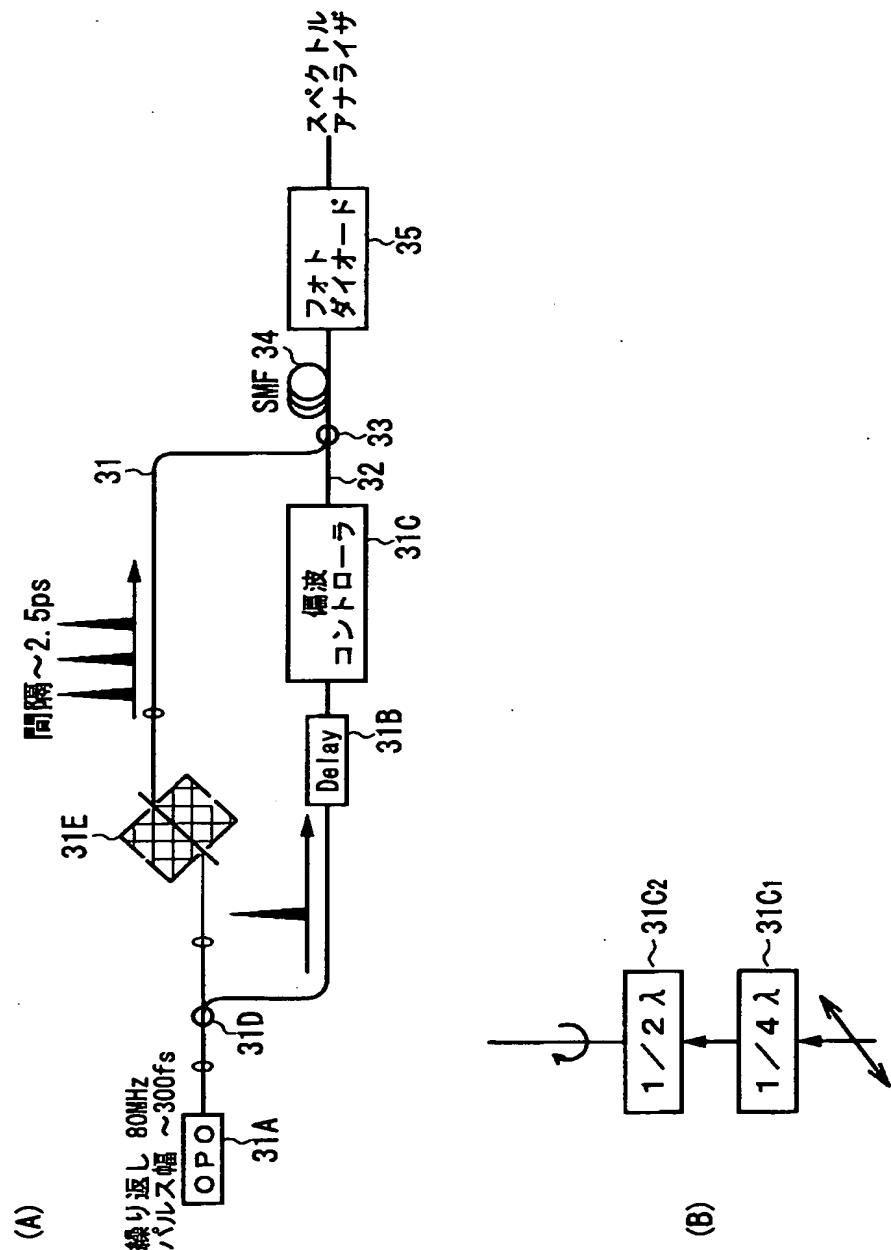
【図4】

図3の光時分割多重化信号受信装置の動作原理を説明する図



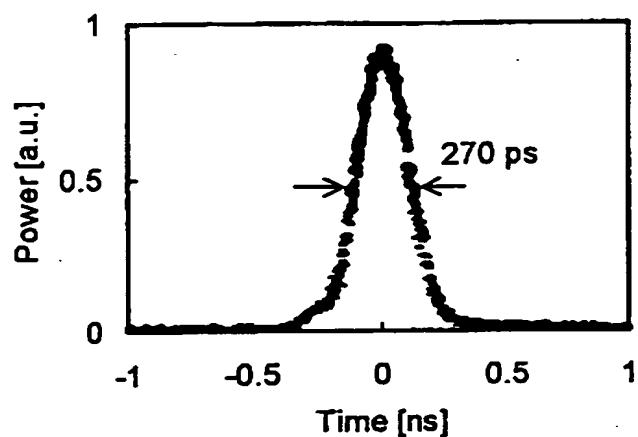
### 【図5】

(A), (B)は、図3の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明する図



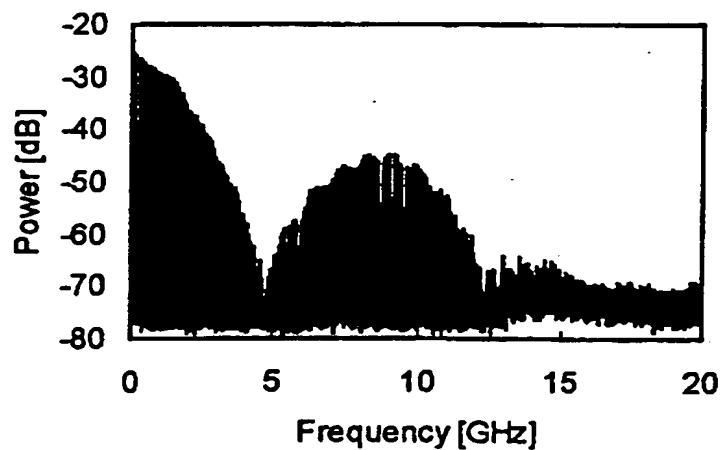
【図6】

図3の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明する別の図



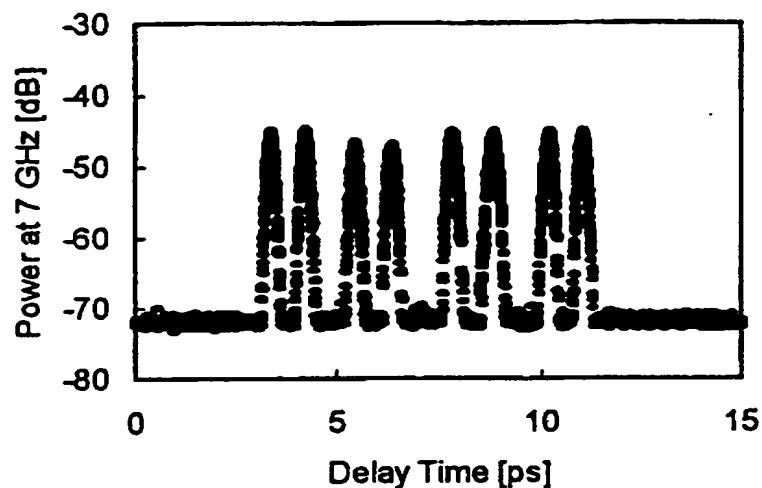
【図7】

図3の光時分割多重化信号受信装置に関する実験を説明するさらに別の図



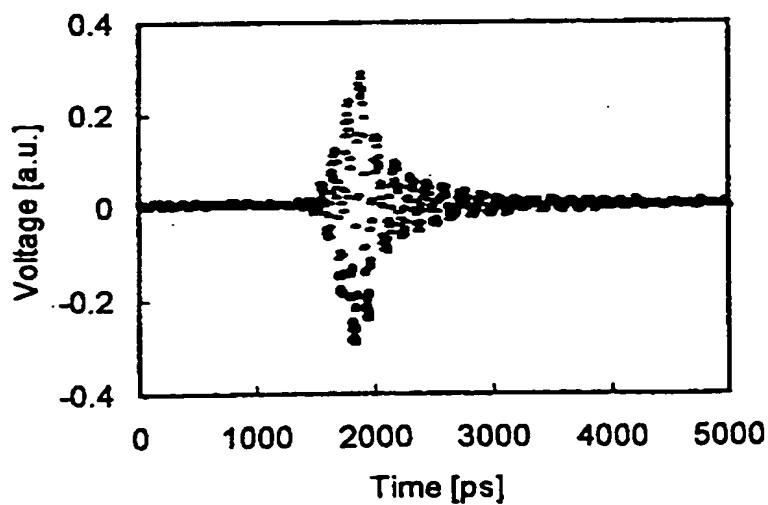
【図8】

図3の光時分割多重化信号受信装置に関する  
実験を説明するさらに別の図



【図9】

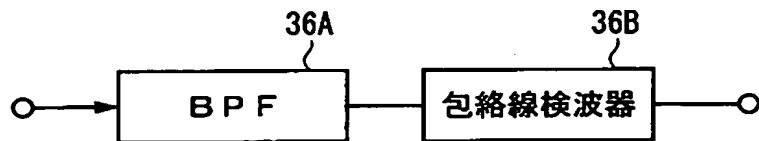
図3の光時分割多重化信号受信装置に関する  
実験を説明するさらに別の図



【図10】

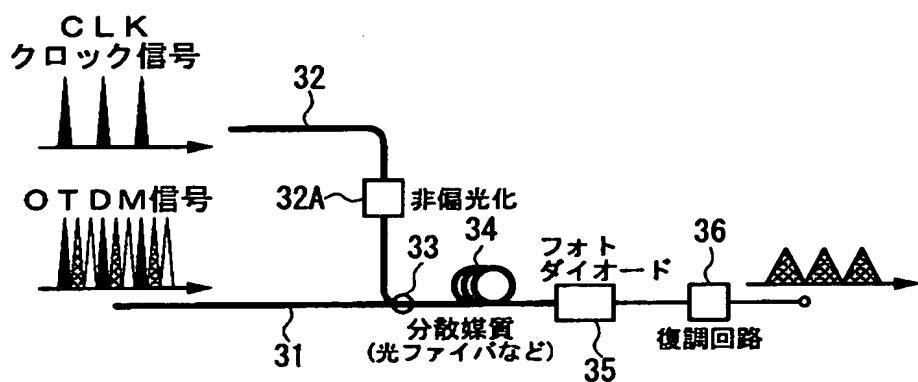
図3の光時分割多重化信号受信装置で使われる  
復調回路の構成を示す図

36



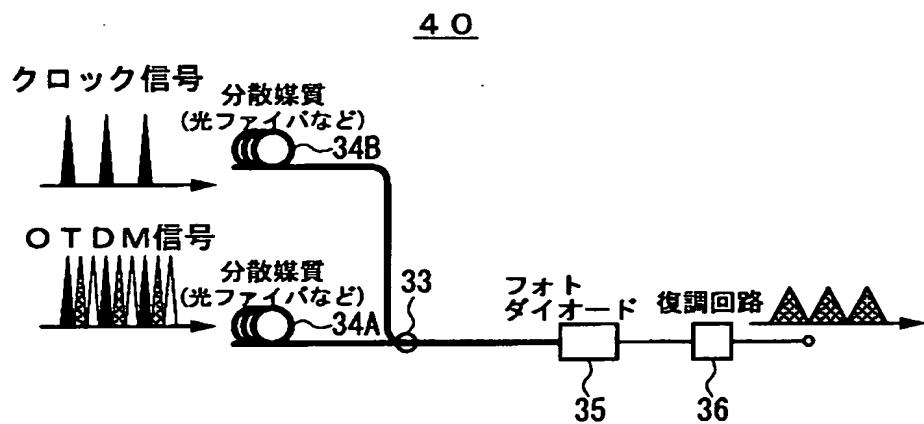
【図11】

図3の光時分割多重化信号受信装置の一変形例を示す図



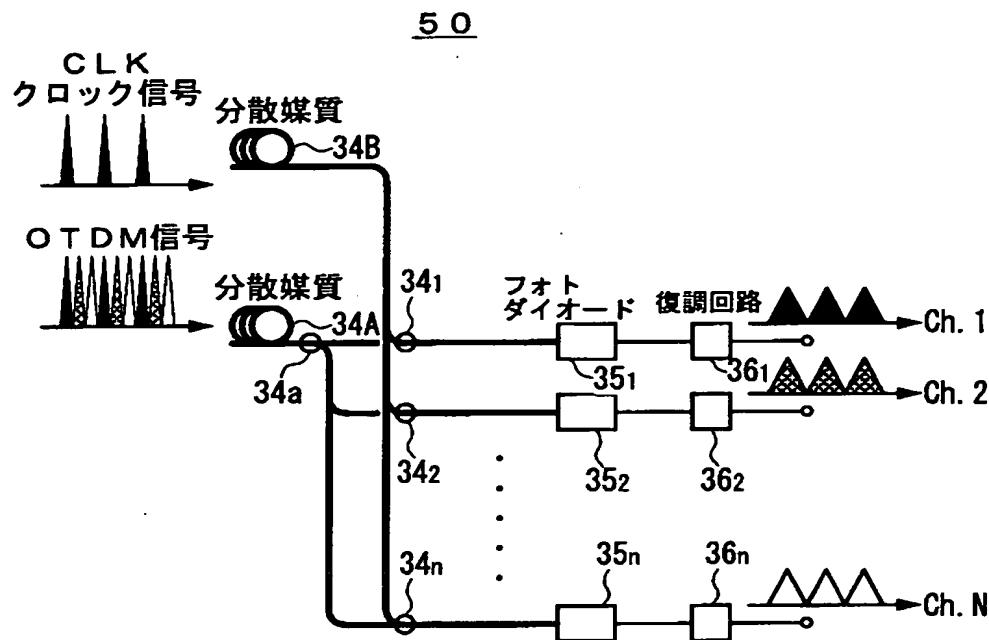
【図12】

## 本発明の第2実施例による光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図



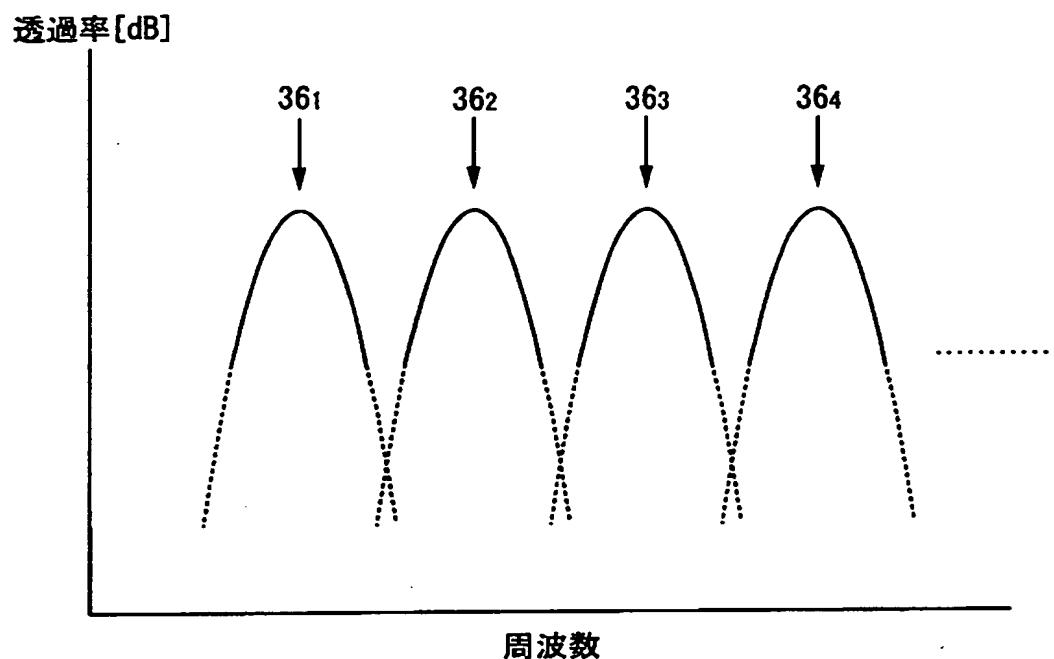
【図13】

本発明の第3実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図



【図14】

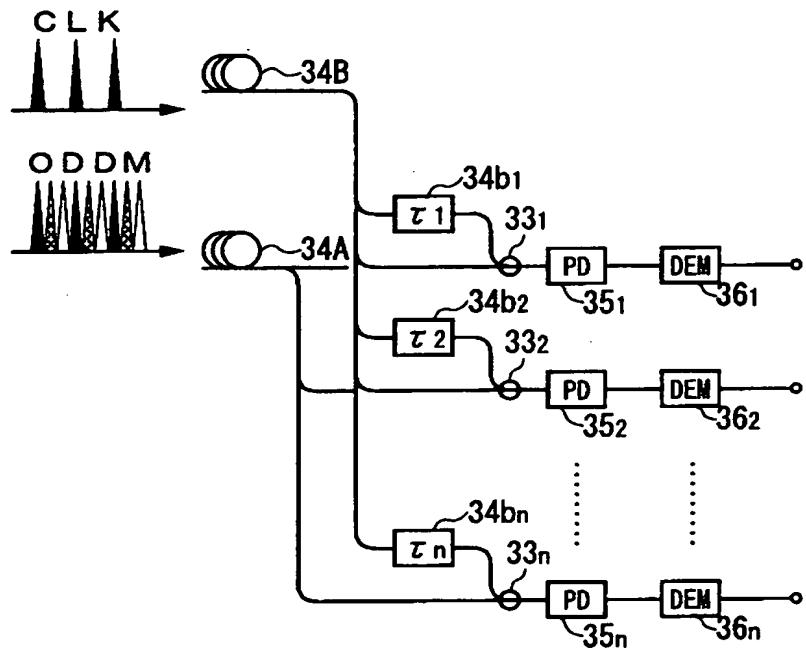
図13の受信装置中の復調回路で使われる  
帯域通過特性を示す図



【図15】

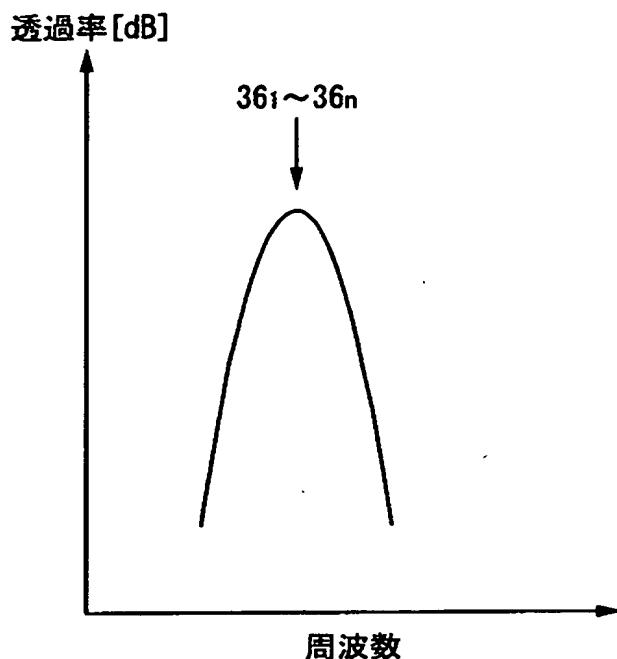
本発明の第4実施例による多チャンネル光時分割多重化信号受信装置の構成を示す図

60



【図16】

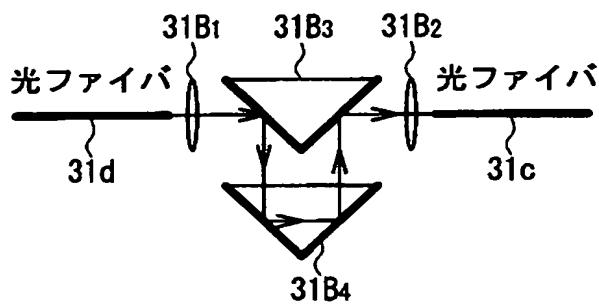
図15の受信装置中の復調回路で使われる  
帯域通過特性を示す図



【図17】

本発明で使われる光遅延素子の構成を示す図

31B



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成を有する光時分割多重化信号の処理装置を提供する。

【解決手段】 入来する光時分割多重化信号と光クロック信号とを、分散媒質中においてチャーブを与えた後で重畠し、ビート信号を光検出器により検出する。

【選択図】 図4

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社